

EXERCISING QUANTITY MEASURING INSTRUMENT

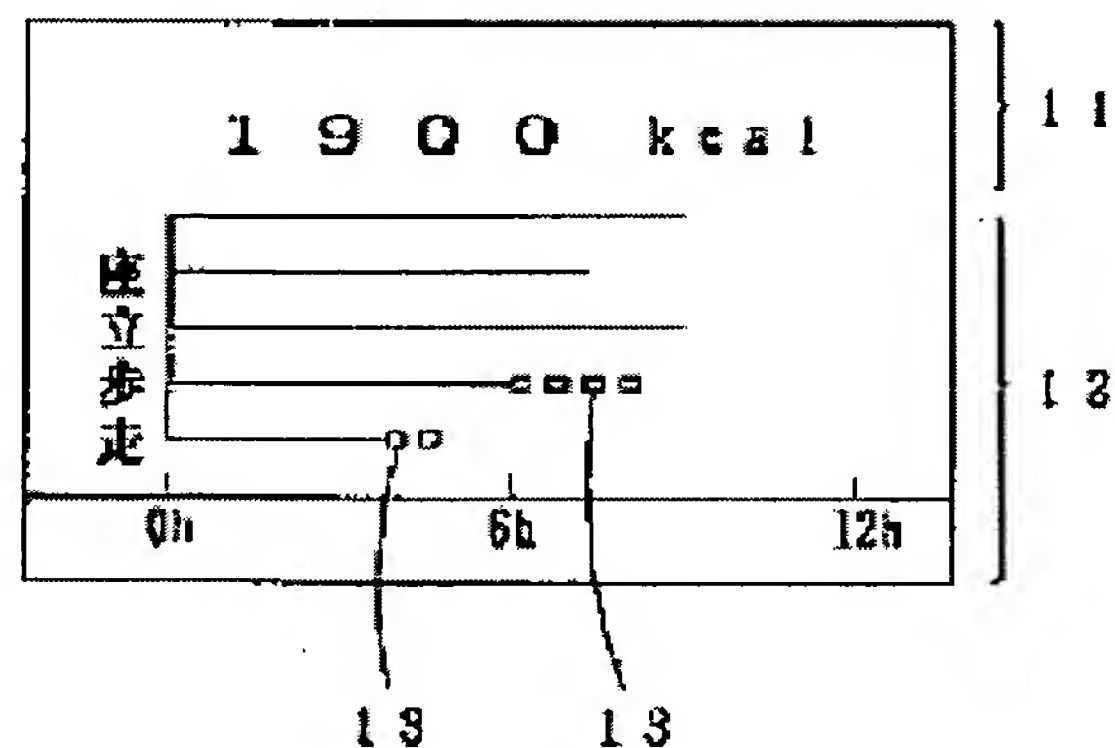
Patent number: JP8131425
Publication date: 1996-05-28
Inventor: YAMAZAWA TSUTOMU; WATANABE TOMOO;
TAKENAKA MASAOKI; MORITA KAZUYUKI
Applicant: OMRON TATEISI ELECTRONICS CO
Classification:
- international: A61B5/22; A63B22/06
- european:
Application number: JP19950225356 19950901
Priority number(s): JP19950225356 19950901; JP19940217109 19940912

Report a data error here

Abstract of JP8131425

PURPOSE: To provide a exercising quantity measuring instrument capable of recognizing a total consumed calorie consumed in a prescribed period as well as a consumed calorie at every action such as walking/running and also, sitting/ standing, etc.

CONSTITUTION: The total consumed calorie (Kcal) is shown in a numeric value at an upper part 11 in the display mode of this movement measuring instrument, and the time 'time ratio of living activity' of each action for 'sitting', 'standing', 'walking' and 'running' is shown at a lower part 12 in a bar graph.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(51)Int.Cl.⁶識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
A 6 1 B 5/22 B 7638-2 J
A 6 3 B 22/06 J

審査請求 未請求 請求項の数8 O L （全 9 頁）

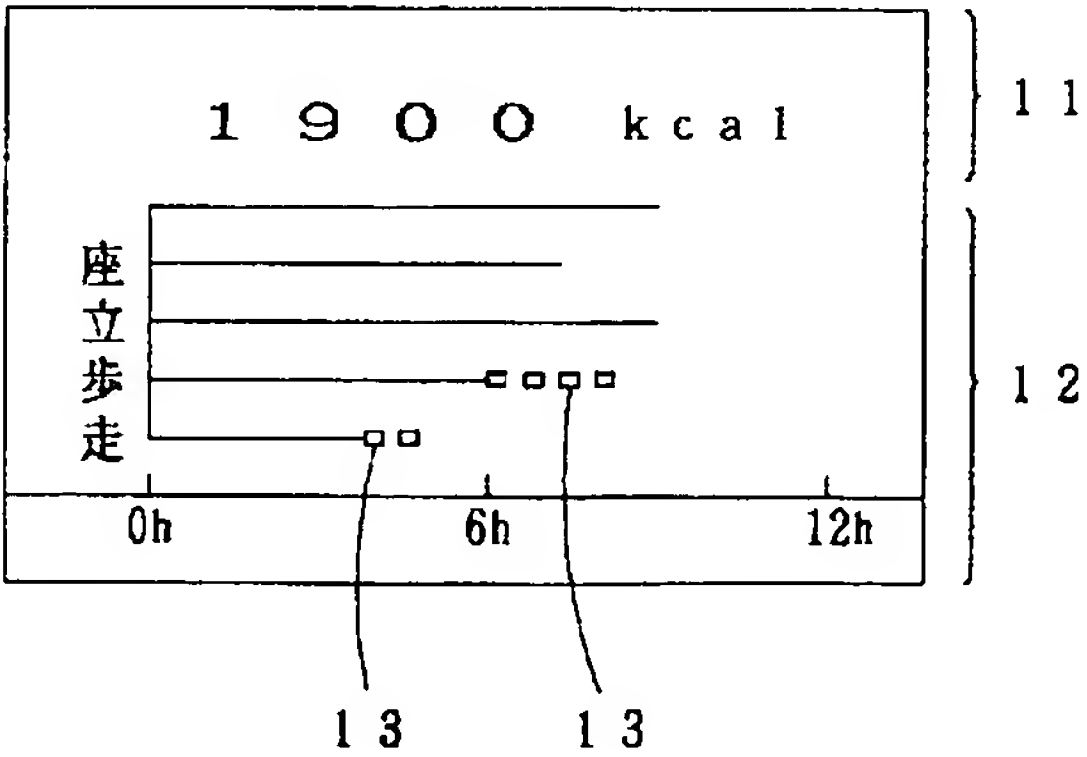
(21)出願番号	特願平7-225356	(71)出願人	000002945 オムロン株式会社 京都府京都市右京区花園土堂町10番地
(22)出願日	平成7年(1995)9月1日	(72)発明者	山沢 勉 京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 株式 会社オムロンライフサイエンス研究所内
(31)優先権主張番号	特願平6-217109	(72)発明者	渡辺 智夫 京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 株式 会社オムロンライフサイエンス研究所内
(32)優先日	平6(1994)9月12日	(72)発明者	竹中 正明 京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 株式 会社オムロンライフサイエンス研究所内
(33)優先権主張国	日本（J P）	(74)代理人	弁理士 中村 茂信
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 運動量測定装置

(57)【要約】

【課題】 所定期間に消費される総消費カロリーを知ることができると共に、歩行・走行は勿論のこと座位や立位等の各行動ごとの消費カロリーをも知ることができる運動量測定装置を提供することである。

【解決手段】 運動量測定装置の表示形態では、上部11に総消費カロリー（kcal）が数値で表示され、下部12に「座る」「立つ」「歩く」「走る」の各行動の時間（生活活動の時間比率）がバーグラフで表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】生体の体動を検出する加速度センサと、この加速度センサにより得られる信号に基づき生体の運動量を演算する運動量演算手段と、算出された運動量を表示する表示部とを備える運動量測定装置において、生体の行動を類別し、各行動ごとの消費エネルギーを算出し、算出した消費エネルギーから総消費エネルギーを算出する総消費エネルギー算出機能を備え、この総消費エネルギー算出機能で求められた総消費エネルギーを前記表示部に表示することを特徴とする運動量測定装置。

【請求項2】生体の体動を検出する加速度センサと、この加速度センサにより得られる信号に基づき生体の運動量を演算する運動量演算手段と、算出された運動量を表示する表示部とを備える運動量測定装置において、前記加速度センサで得られた出力波形のパターンを識別して生体の行動を類別し、各行動ごとの消費エネルギーを算出し、算出した消費エネルギーから総消費エネルギーを算出する総消費エネルギー算出機能を備え、この総消費エネルギー算出機能で求められた総消費エネルギーを前記表示部に表示することを特徴とする運動量測定装置。

【請求項3】前記生体の行動を、少なくとも「寝る」、「座る」、「立つ」、「歩く」、「走る」に分類することを特徴とする請求項1又は請求項2記載の運動量測定装置。

【請求項4】前記類別された行動の時間比率を表示することを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3記載の運動量測定装置。

【請求項5】前記類別された行動のパターンを一定時間おきに時間順序に表示することを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3記載の運動量測定装置。

【請求項6】前記加速度センサで得られた加速度波形から検出された各1歩区間の加速度振幅の平均振幅を算出し、得られた平均振幅が所定の振幅以下の場合に「歩く」と、所定の振幅より大きい場合に「走る」と判別すると共に、加速度波形に最初に下方向の加速度が示現し、次いで上方向の加速度が示現した場合に「立つ」と、最初に上方向の加速度が示現し、次いで下方向の加速度が示現した場合に「座る」と判別し、更に所定時間内に加速度波形に変化がない場合に「寝る」と判別する行動類別機能を備えることを特徴とする請求項3記載の運動量測定装置。

【請求項7】前記各行動のエネルギー代謝量は、
$$\{ (\text{各行動のエネルギー代謝率}) + 1.2 \} \times (\text{基礎代謝量})$$
で算出することを特徴とする請求項6記載の運動量測定装置。

【請求項8】前記分類は、所定時間内の前記加速度センサの出力に基づいて行うことを特徴とする請求項3記載の運動量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加速度センサ等を用いて生体（人体）の運動量を測定・表示する運動量測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の運動量測定装置は、人体の体動を検出する加速度センサ（例えば振動子）と、この加速度センサにより得られる信号に基づき人体の運動量を演算する運動量演算手段と、算出された運動量を表示する表示部とを備えるものが一般的である。この運動量測定装置の表示部は、例えば図12に示すような表示形態になっている。ここに示す表示部は、被測定者の体重や歩行及び走行の各々の歩幅を設定する機能、累積消費カロリー等を表示する機能等を有している。ここでの累積消費カロリーは、一定時間（例えば1分）毎に、歩行（又は走行）距離と歩行（又は走行）時間から算出した速度に応じて、予め設定しておいた速度区分から該当する速度区分を選定し、その速度区分に割り当てられた消費カロリー算出式により消費カロリーを算出し、算出した消費カロリーを累積したものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図12に示すような表示部を備える従来の運動量測定装置では、運動による消費カロリーのみを算出・表示する上に、その運動も歩行（走行）ペースが或る値以上か未満かでだけ算出方法を変えているため、1日に消費される総消費カロリーの値を知ることができないばかりか、立って（座って）作業をしている場合の消費カロリーは算出・表示されない、という問題点がある。

【0004】従って、本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、所定期間に消費される総消費カロリーを知ることができると共に、歩行・走行は勿論のこと座位や立位等の各行動ごとの消費カロリーをも知ることができる運動量測定装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明の請求項1記載の運動量測定装置は、生体の体動を検出する加速度センサと、この加速度センサにより得られる信号に基づき生体の運動量を演算する運動量演算手段と、算出された運動量を表示する表示部とを備えるものにおいて、生体の行動を類別し、各行動ごとの消費エネルギーを算出し、算出した消費エネルギーから総消費エネルギーを算出する総消費エネルギー算出機能を備え、この総消費エネルギー算出機能で求められた総消費エネルギーを前記表示部に表示することを特徴とする。

【0006】請求項2記載の運動量測定装置は、前記加速度センサで得られた出力波形のパターンを識別して生

体の行動を類別し、各行動ごとの消費エネルギーを算出し、算出した消費エネルギーから総消費エネルギーを算出する総消費エネルギー算出機能を備え、この総消費エネルギー算出機能で求められた総消費エネルギーを前記表示部に表示することを特徴とする。

【0007】請求項1及び請求項2記載の運動量測定装置では、いずれも総消費エネルギー算出機能による所定期間（例えば1日）の総消費エネルギー（カロリー）が表示部に表示されるので、1日に消費された総消費カロリーを知ることができる。又、生体の行動を類別し、各行動ごとの消費カロリーを算出し、算出した消費カロリーから総消費カロリーを求めるため、各行動ごとの消費カロリーをも知ることができる。

【0008】生体の行動を、少なくとも「寝る」、「座る」、「立つ」、「歩く」、「走る」に分類することにより、それらは特別な行動（泳ぐ、跳ぶ等）を除いて人間の生活の基本動作であるため、1日の総消費カロリーを正確に算出することができる。又、類別された行動の時間比率を表示したり、或いは類別された行動のパターンを一定時間おきに時間順序に表示したりすることにより、例えば1日の生活活動をより正確に知ることができ、それにより生活態度の改善が可能となる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の運動量測定装置を実施の形態に基づいて説明する。一実施形態に係る運動量測定装置の全体構成を図1にブロック図で示す。この運動量測定装置は、各種演算機能や表示形態以外は基本的に従来のもと同様であり、人体に装着されて体動を検出する加速度センサ1と、この加速度センサ1で検出された信号を増幅する増幅回路2と、増幅された信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路3と、入力されたデジタル信号に基づいて運動量を算出する機能、加速度センサで得られた出力波形のパターンを識別して生体の行動を類別し、各行動ごとの消費エネルギーを算出し、算出した消費エネルギーから総消費エネルギーを算出する総消費エネルギー算出機能等を有するMPU4と、性別、年齢、（総）消費カロリー等を表示する表示器（表示部）5と、電源ON/OFFのスイッチ、表示種類を選ぶセレクトスイッチ、性別・年齢等を入力するスイッチ等からなるスイッチ6と、電源回路7とを備える。

【0010】この運動量測定装置において、総消費エネルギー（カロリー）を算出するための概略フロー図を図2に示す。まず、被測定者に装着された加速度センサ1によって加速度波形を取得し〔ステップ（以下、STと記す）1〕、得られた加速度波形のパターンを認識して行動を類別し（ST2）、類別された各行動の消費エネルギーを後記の所定の演算式により算出し（ST3）、更にそれらの消費エネルギーを総和して総消費エネルギーを算出する（ST4）。

【0011】上記フロー図のST2では、各行動を類別するが、ここでは「寝る」、「座る」、「立つ」、「歩く」、「走る」の5種類に分類する例について説明する。「歩く」・「走る」の判定アルゴリズムは図3に示すようなものである。即ち、図3において、ST11で加速度波形から1歩の区間を検出し〔図4の（a）参照〕、各1歩区間の加速度振幅を図4の（b）に示すように測定し（ST12）、各加速度振幅を VP_1 、 VP_2 、 \dots 、 VP_n とする。次に、測定開始から10秒間の平均振幅 VP_{ave} を次のように算出する（ST13）。

【0012】

$VP_{ave} = (VP_1 + VP_2 + \dots + VP_n) / n$
そして、 VP_{ave} の値により「歩く」・「走る」の判別をする（ST14）のであるが、これには、予め設定しておいた所定値 VP_{th} を用い、 $VP_{ave} \leq VP_{th}$ の場合、「歩く」とし、 $VP_{ave} > VP_{th}$ の場合、「走る」とする。

【0013】一方、「座る」・「立つ」の判定アルゴリズムは図5に示すように行う。図5の（a）では、座位から立位に動作を変えた場合の加速度波形を示し、この場合、加速度波形には最初に下方向の加速度が現れ、次いで上方向の加速度が現れる。又、図5の（b）では、立位から座位に変化した場合の加速度波形を示し、この場合、加速度波形には最初に上方向の加速度が現れ、次いで下方向の加速度が現れる。従って、この波形変化を検出することで、「座る」・「立つ」の判別を行うことができる。なお、所定時間（例えば1時間）加速度センサからの入力加速度波形に変化がない場合は、静止若しくは安静状態が持続しているのであるから「寝る」と判別する。

【0014】このように判別された各行動の消費エネルギーを算出するには、基礎代謝量が必要であり、基礎代謝量を求める方法は色々あるが、一例として次式を用いて求める方法がある。即ち、基礎代謝量Bは、

$$B = B_s \times S$$

B_s : 体表面積 1m^2 当たりの基礎代謝基準値 ($\text{kcal}/\text{m}^2/\text{時}$)

$$S : \text{体表面積} (\text{m}^2) = (\text{体重} \cdot \text{kg})^{0.444} \times (\text{身長} \cdot \text{cm})^{0.663} \times 0.008883$$

で求められる。但し、この式は年齢が6歳以上の場合に限られ、また B_s は性別・年齢により異なった値を示し、「日本人の栄養所要量（第5次改訂）」の表i-i-1〔図6（性別と年齢の相違による基礎代謝基準値の表）及び図7（年齢と基礎代謝基準値との関係を示すグラフ）参照〕により求めることができる。

【0015】又、基礎代謝量の他に、或る運動をしたときの基礎代謝に対する割合を表すRMR (Relative Metabolic Rate) も必要であり、このRMRは次の式により算出する。

5

$RMR = \{ (活動総代謝量) - (安静時代謝量) \} /$
(基礎代謝量)

この式で、座位時： $RMR = 0.34$

立位時： $RMR = 0.8$ (男)、 0.98 (女)

歩行時： $RMR = \alpha_0 + \alpha_1 \times 身長 + \alpha_2 \times 歩行ペース$
(例えば $RMR = 2.3$)

走行時： $RMR = \alpha_0 + \alpha_1 \times 体重 + \alpha_2 \times 加速度振幅$
(例えば $RMR = 3.8$)

(但し、 α_0 、 α_1 、 α_2 は実験的に定めた定数) となる。なお、睡眠時の RMR は例えば 0.3 が示される。

【0016】一方、所定期間 (1日) のエネルギー代謝量 (総消費カロリー) は、次式により算出する。

$E_{day} = \sum \{ (RMR_i + 1.2) \times T_i \} \times B + 0.9 \times T_0 \times B$

RMR_i : 或る運動のエネルギー代謝率

T_i : 或る運動を行った時間 (時)

T_0 : 睡眠時間 (時)

B : 基礎代謝量 (kcal/時)

但し、ここでいう「或る運動」には「座る」「立つ」「歩く」「走る」が含まれる。この式より、各行動の消費エネルギーの総和を求め、総消費エネルギーを算出する。

【0017】次に、表示器5の表示画面の表示形態について説明する。まず、図8に示す例では、表示画面が上部11と下部12に分かれており、上部11に総消費カロリー (kcal) が数値で表示され、下部12に「座る」「立つ」「歩く」「走る」の各行動の時間 (生活活動の時間比率) がバーグラフで表示される。この例では、横軸に時間が目盛りされ、各行動が行われた時間が積算されて表示される。又、「歩く」「走る」のバーグラフに示された図形13は、例えば点滅表示され、「歩く」「走る」を交互に行ったことを表している。この他に、生活活動指数 (又は生活活動強度) を表示してもよい。

【0018】この生活活動指数の算出は、次のように行う。1日の総エネルギー代謝量 (A) は、運動等により消費されるエネルギー ($B \cdot \chi$)、基礎代謝量 (B)、及び特異動的作用による代謝量 ($0.1 \cdot A$; 摂取した食物を分解・吸収するのに必要なエネルギー) で次式で表される。(但し、 χ は生活活動指数)

$A = B \cdot \chi + B + (1/10) A$

この式を変形すれば、

$\chi = \{ (9/10) \times (A/B) \} - 1$

となるから、総エネルギー代謝量 A と基礎代謝量 B により生活活動指数 χ を求めることができる。なお、算出された生活活動指数 χ は、生活活動強度により例えば4段階にランク分けすることで、行動のレベルがどの程度であるのかを知ることができる。

【0019】図9に示す別の表示形態では、上部14に総消費カロリー (kcal) が表示され、下部15に活動時間のパターンが表示される。ここでは、横軸には時間が

6

目盛りされ、所定時間 (0:00~24:00) までは2時間刻みで表示され、縦軸にはカロリー、歩数、運動量等の目盛りが表示されている。勿論、時間軸は例えば1時間刻みで12時間ごとに表示するようにしてもよく、その場合はセレクトスイッチ等で切り換えられるようにしておけばよい。24時間表示の方が1日の活動パターンを一目で見ることができ、12時間表示ではより細かく活動パターンを見ることができる。このような表示形態によれば、行動レベルの経時変化を一目で把握できる。

【0020】次に、上記のような運動量測定装置の全体動作例を図10及び図11のフロー図を参照して説明する。まず、装置の電源をONにすると、測定が開始され、加速度センサ1により被測定者の体動に関するデータが取り込まれる (ST21)。勿論、測定に先立っては装置を被測定者に装着しておくと共に、被測定者の性別・年齢・身長・体重等を入力しておく。ST22では、測定開始から10秒経過したか否かが判定され、まだの場合は加速度センサ1によるデータ取得が続行され、10秒間分のデータが蓄積される。

【0021】10秒経過したなら、運動が5歩以上行われたかどうか判定され (ST23)、YESの場合は、後述の加速度振幅の計算処理 (ST32) に移行する。つまり、5歩以上の行動があったということは、その行動が「歩く」か「走る」に相当すると判定され、それに係る処理に移行するわけである。ST23でNOの場合は、0歩 (静止若しくは安静状態) が一定時間連続したかどうか判定され (ST24)、YESなら一定時間に全く動かなかったと判断され、この行動は「寝る」と断定され、それに係る処理 (ST40) に移行する。

【0022】ST24でNOの場合は、更にST25で「座る」「立つ」特徴か否かが図5に基づいて説明したように判定され、これがYESならその行動が「座る」と、NOなら「立つ」と断定され、それぞれに係る処理 (ST26, ST29) に移行する。「座る」行動の処理では、前記したように $RMR = 0.34$ とされ (ST26)、前記エネルギー代謝量 (総消費カロリー) E_{day} を求める式に基づき、一定時間 (10秒間) の「座る」行動の消費エネルギー A_1 が算出される (ST27)。そして、「座る」行動の数 n_1 が1インクリメントされた (ST28) 後、ST43に移る。

【0023】「立つ」行動の処理では、 $RMR = 0.98$ (女)、 0.8 (男) とされ (ST29)、同じく「立つ」行動の消費エネルギー A_2 が算出され (ST30)、「立つ」行動の数 n_2 が1インクリメントされた (ST31) 後、ST43に移る。一方、ST32では、加速度振幅の平均振幅 (VP_{ave}) の計算が前記した通り行われ、算出された VP_{ave} が予め設定しておいた所定値 VP_{th} より大きい ($VP_{ave} > VP_{th}$) が判

定される(ST33)。これがNO($VP_{1000} \leq VP_{1000}$)の場合、「歩く」行動と断定され、YESの場合、「走る」行動と断定される。

【0024】「歩く」行動の処理では、 $RMR=2.3$ とされ(ST34)、その消費エネルギー A_3 が算出される(ST35)と共に、その行動数 n_3 が1インクリメントされた(ST36)後、ST43に移る。「走る」行動の処理では、 $RMR=3.8$ とされ(ST37)、その消費エネルギー A_4 が算出される(ST38)と共に、その行動数 n_4 が1インクリメントされた

(ST39)後、ST43に移る。
【0025】又、「寝る」行動の場合は、 $RMR=0.3$ とされ(ST40)、その消費エネルギー A_5 が算出され(ST41)、その行動数 n_5 が1インクリメントされた(ST42)後、ST43に移る。ST43では、当期間(10秒間)の消費エネルギー a が、 $a=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5$ で求められ、この値 a が小計の消費エネルギー b に加えられる(ST44)。次いで、1時間が経過したかどうか判定され(ST45)、NOならば総消費エネルギー A に10秒間の消費エネルギー a が加算され(ST46)、当10秒間の処理が終了する。

【0026】ST45でYESならば、各行動の総数 $N_i=N_i+n_i$ ($i=1\sim5$)が計算され(ST47)、その結果が表示される(ST48)。そして、小計の消費エネルギー $b=0$ 、 $n_1, n_2, \dots, n_5=0$ とされた(ST49)後、同様にST46で総消費エネルギー A に10秒間の消費エネルギー a が加算され、当該処理が終了する。以上のような処理が10秒ごとに繰り返され、各種データが逐次メモリに記録される。

【0027】

【発明の効果】本発明の運動量測定装置は、以上説明したように請求項1及び請求項2記載の運動量測定装置では、いずれも総消費エネルギー算出機能による所定期間(例えば1日)の総消費エネルギー(カロリー)が表示部に表示されるので、1日に消費された総消費カロリーを知ることができる。

【0028】又、生体の行動を類別し、各行動ごとの消

費カロリーを算出し、算出した消費カロリーから総消費カロリーを求めるため、各行動ごとの消費カロリーをも知ることができる。生体の行動を、少なくとも「寝る」、「座る」、「立つ」、「歩く」、「走る」に分類することにより、それらは特別な行動(泳ぐ、跳ぶ等)を除いて人間の生活の基本動作であるため、1日の総消費カロリーを正確に算出することができる。又、類別された行動の時間比率を表示したり、或いは類別された行動のパターンを一定時間おきに時間順序に表示したりすることにより、例えば1日の生活活動をより正確に知ることができ、それにより生活態度の改善が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態に係る運動量測定装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】総消費エネルギーの算出の仕方を説明するための概略フロー図である。

【図3】行動の類別において、「歩く」と「走る」の判定アルゴリズムを説明するためのフロー図である。

【図4】「歩く」と「走る」の判定アルゴリズムを説明するための加速度波形を示す図である。

【図5】行動の類別において、「座る」と「立つ」の判定アルゴリズムを説明するための加速度波形(時間と電圧)を示す図である。

【図6】年令と性別の違いによる体表面積 $1m^2$ 当たりの基礎代謝基準値を示す表である。

【図7】図6の表をグラフにした場合の図である。

【図8】同実施形態に係る運動量測定装置の表示形態の一例を示す図である。

【図9】同実施形態に係る運動量測定装置の表示形態の別例を示す図である。

【図10】同実施形態に係る運動量測定装置の全体動作のフロー図である。

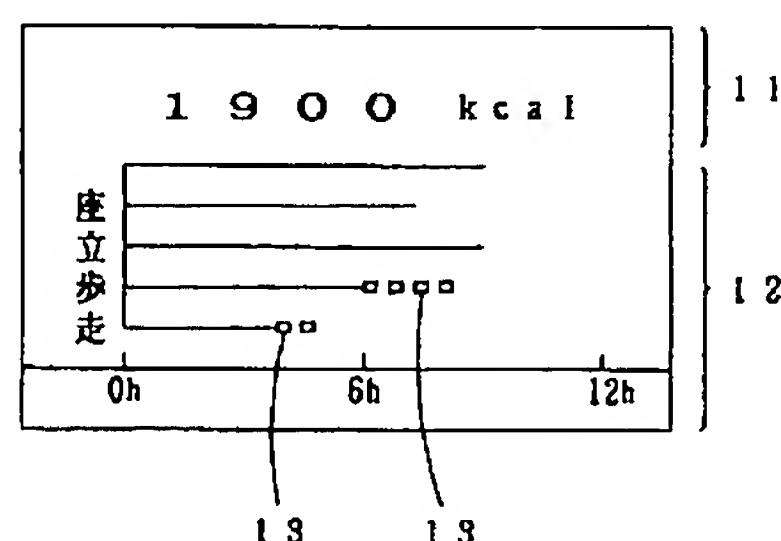
【図11】図10に続くフロー図である。

【図12】従来例に係る運動量測定装置の表示形態例を示す図である。

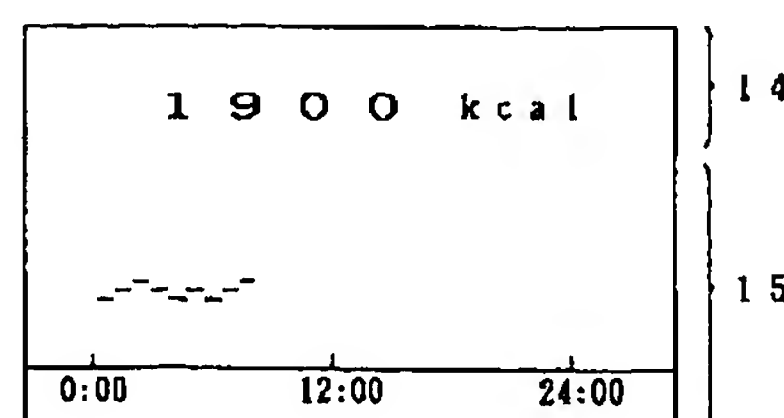
【符号の説明】

- 1 加速度センサ
- 4 MPU
- 5 表示器(表示部)

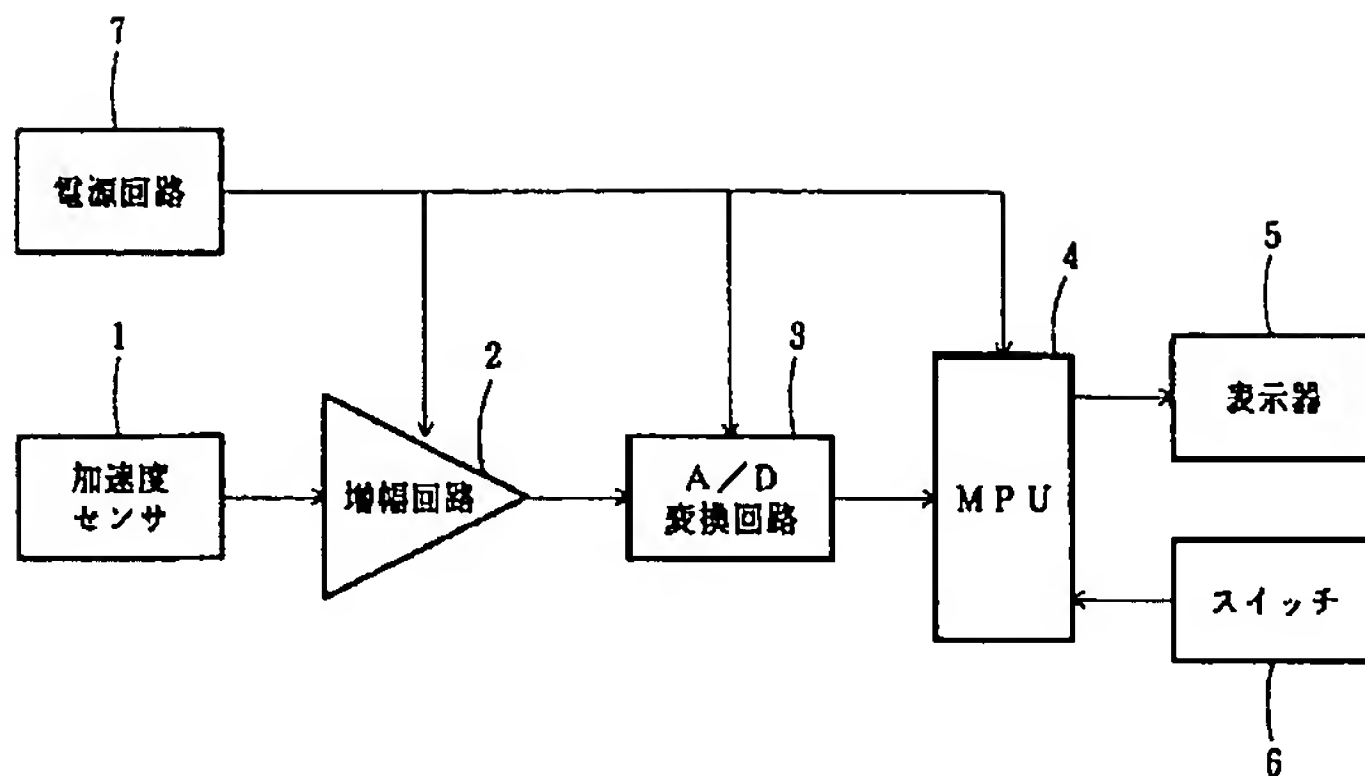
【図8】



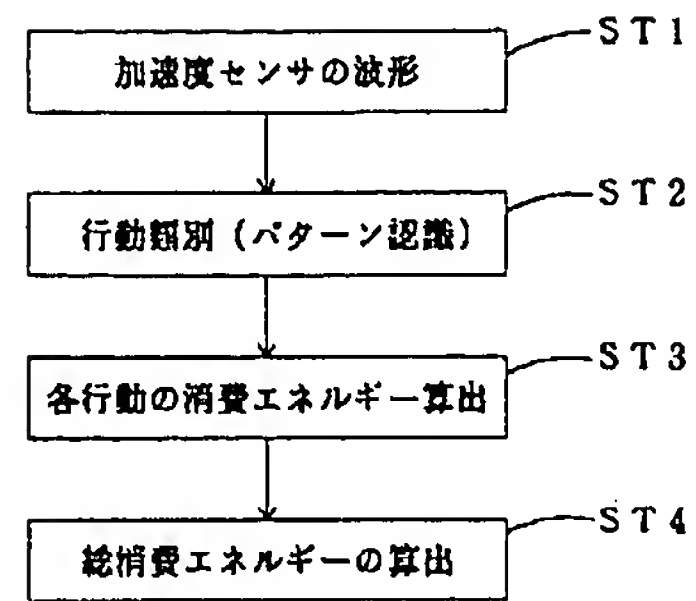
【図9】



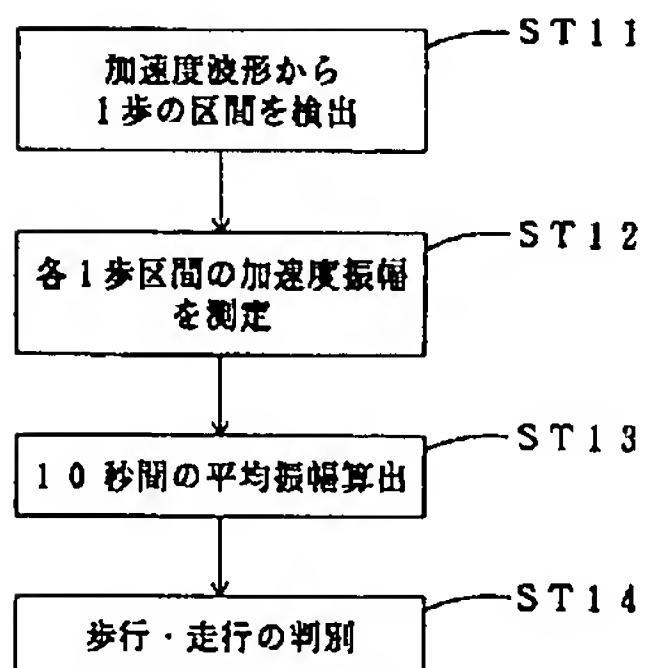
【図1】



【図2】

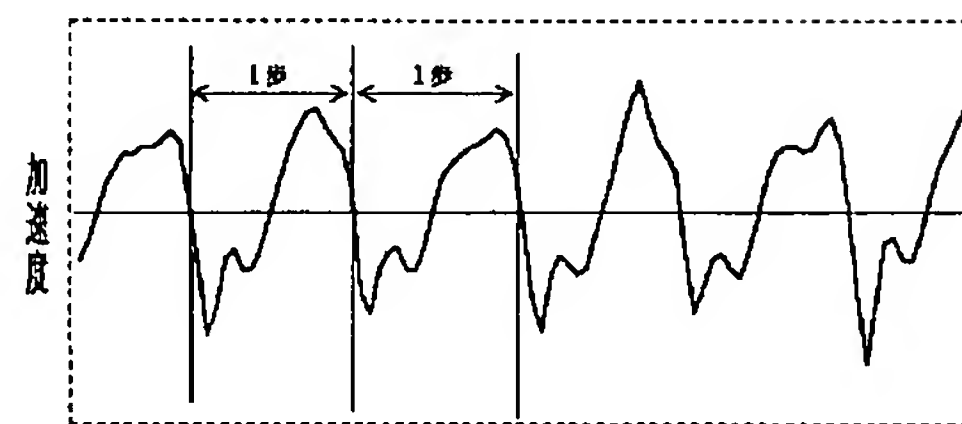


【図3】

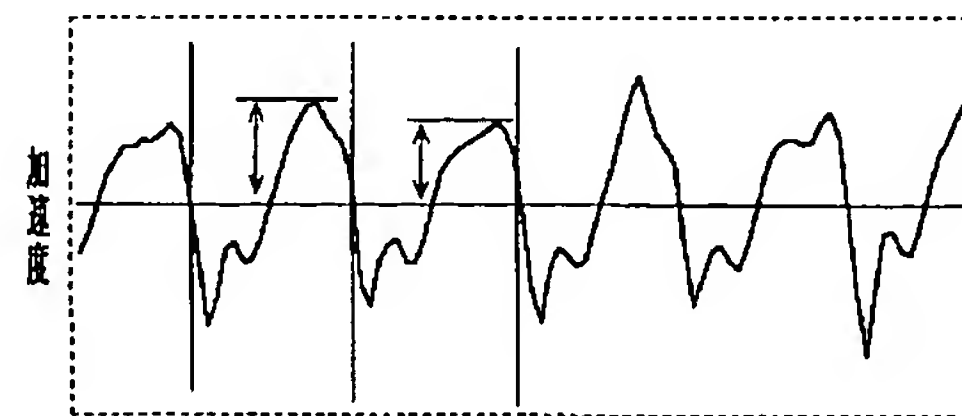


【図4】

(a)



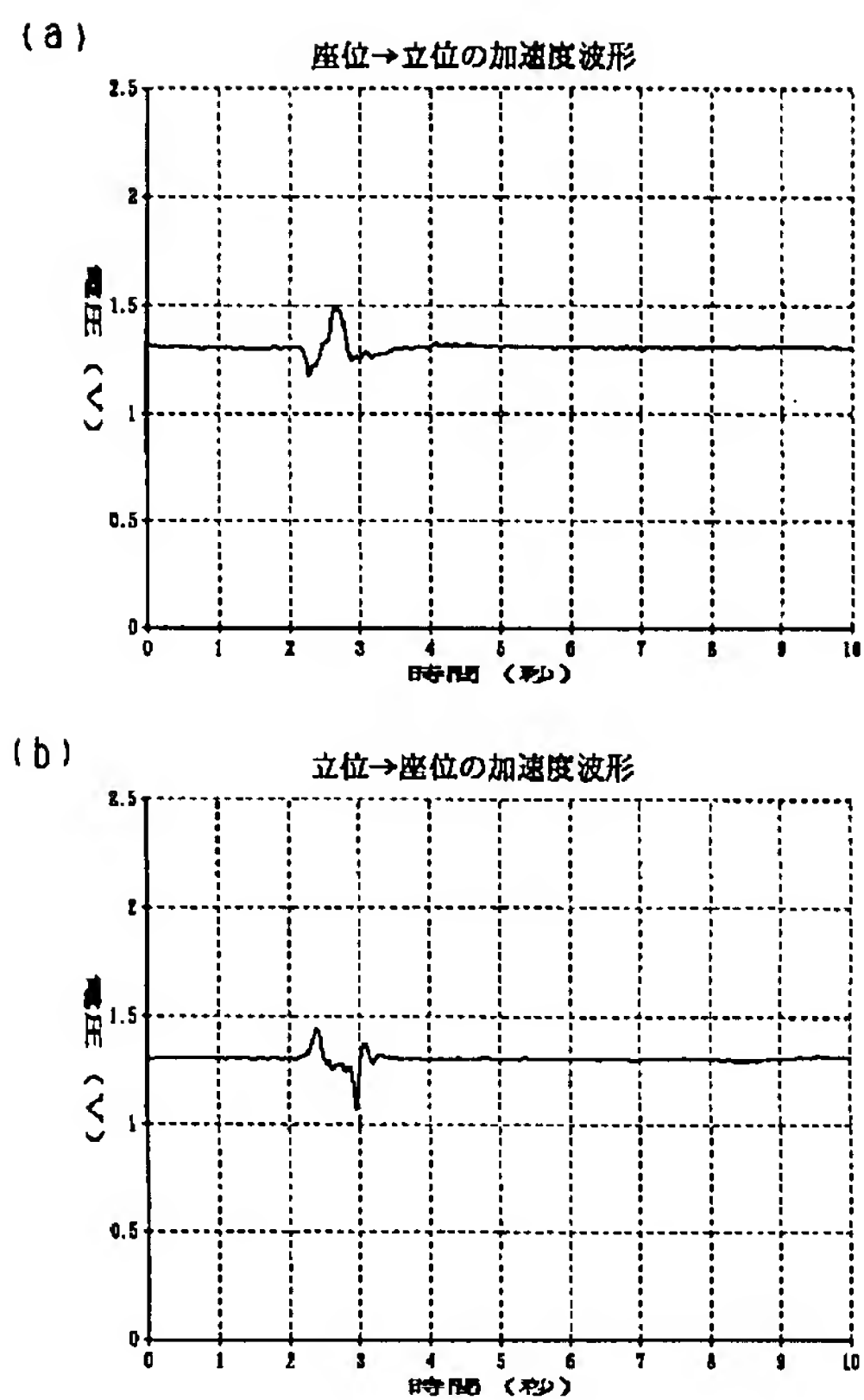
(b)



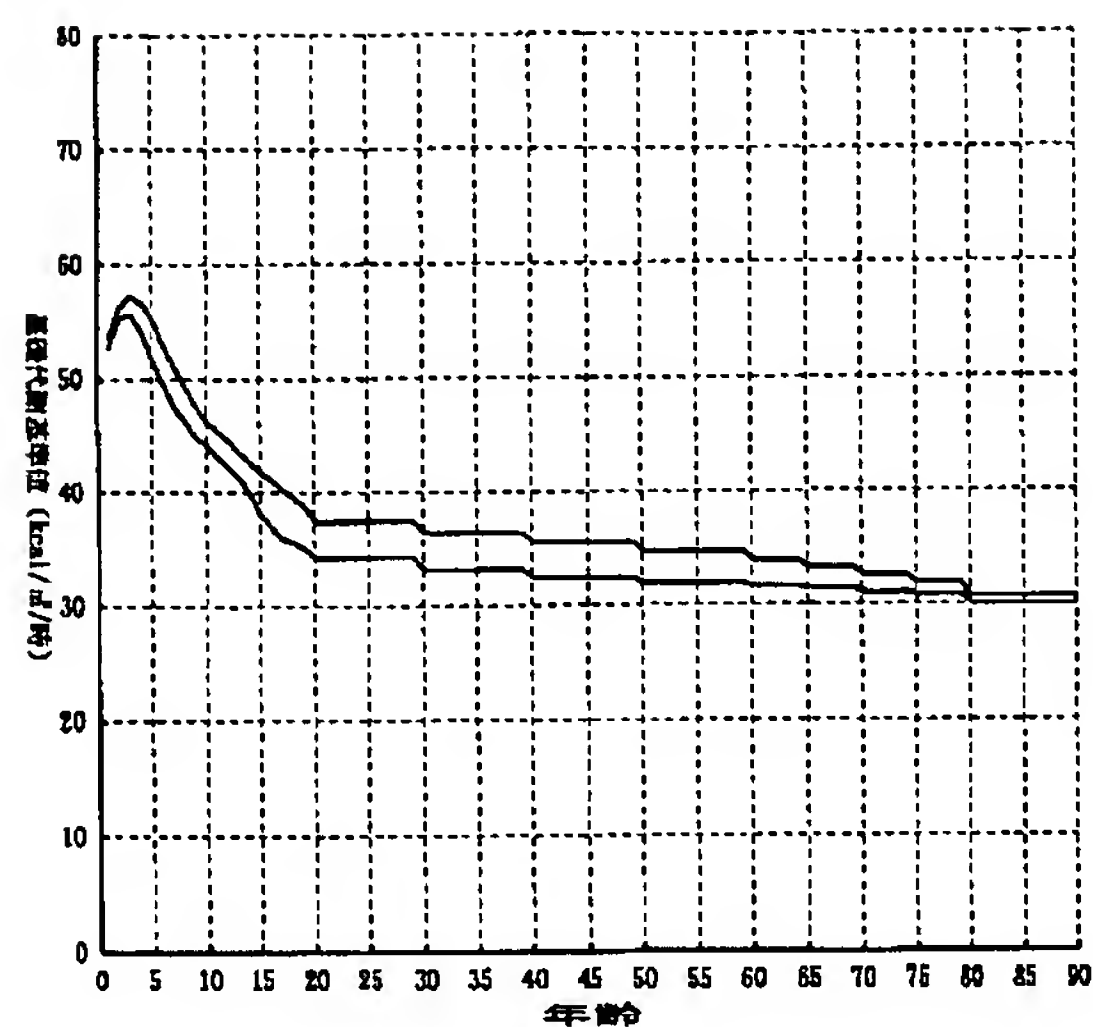
【図6】

Age	男	女
6	52.9	49.5
7	51.1	47.6
8	49.3	46.2
9	47.5	44.8
10	46.2	44.1
11	45.3	43.1
12	44.5	42.2
13	43.5	41.2
14	42.6	39.8
15	41.7	38.1
16	41.0	36.9
17	40.3	36.0
18	39.6	35.6
19	38.8	35.1
20~29	37.5	34.3
30~39	36.5	33.2
40~49	35.6	32.5
50~59	34.8	32.0
60~64	34.0	31.6
65~69	33.3	31.4
70~74	32.6	31.1
75~79	31.9	30.9
80~	30.7	30.0

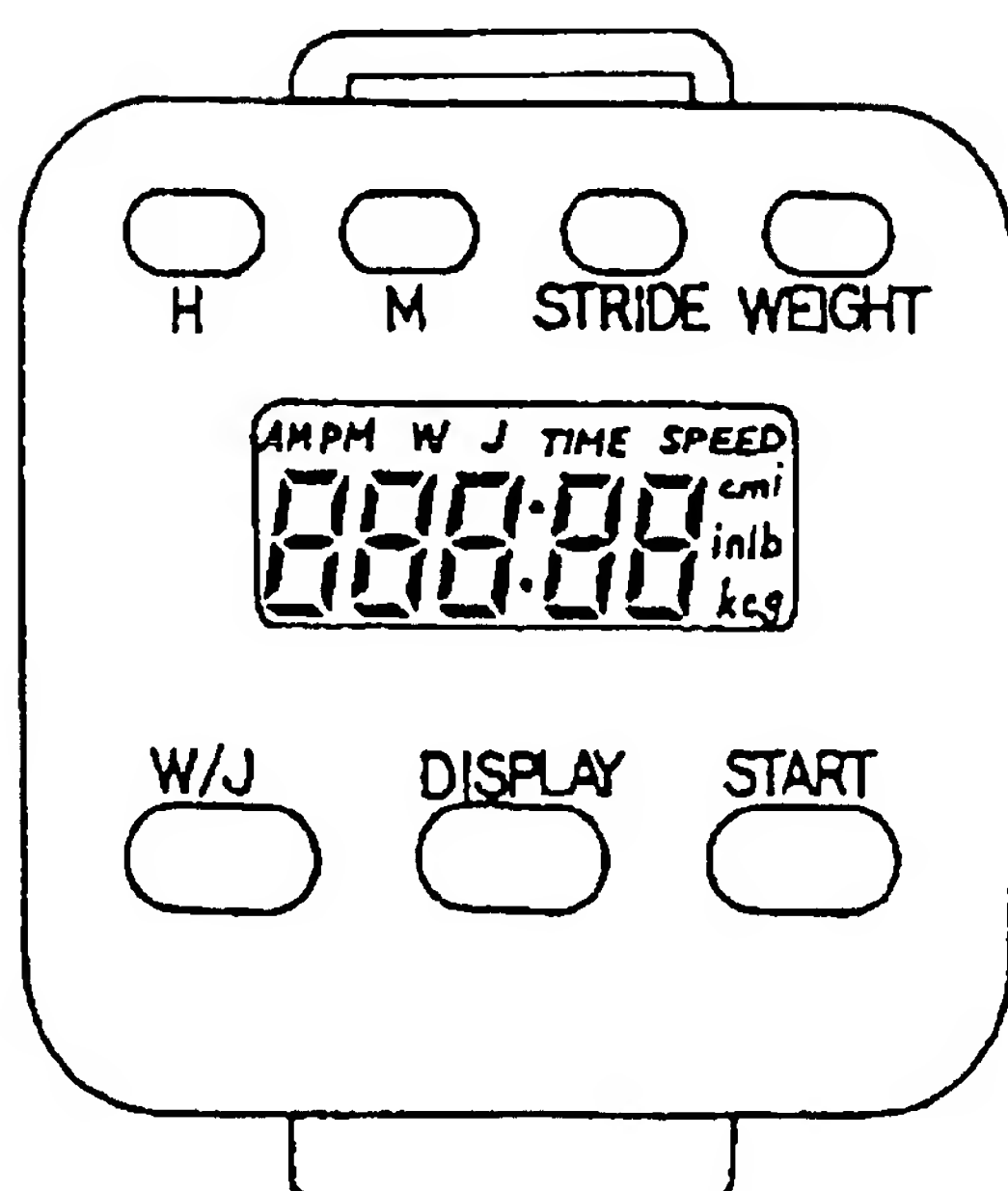
【図5】



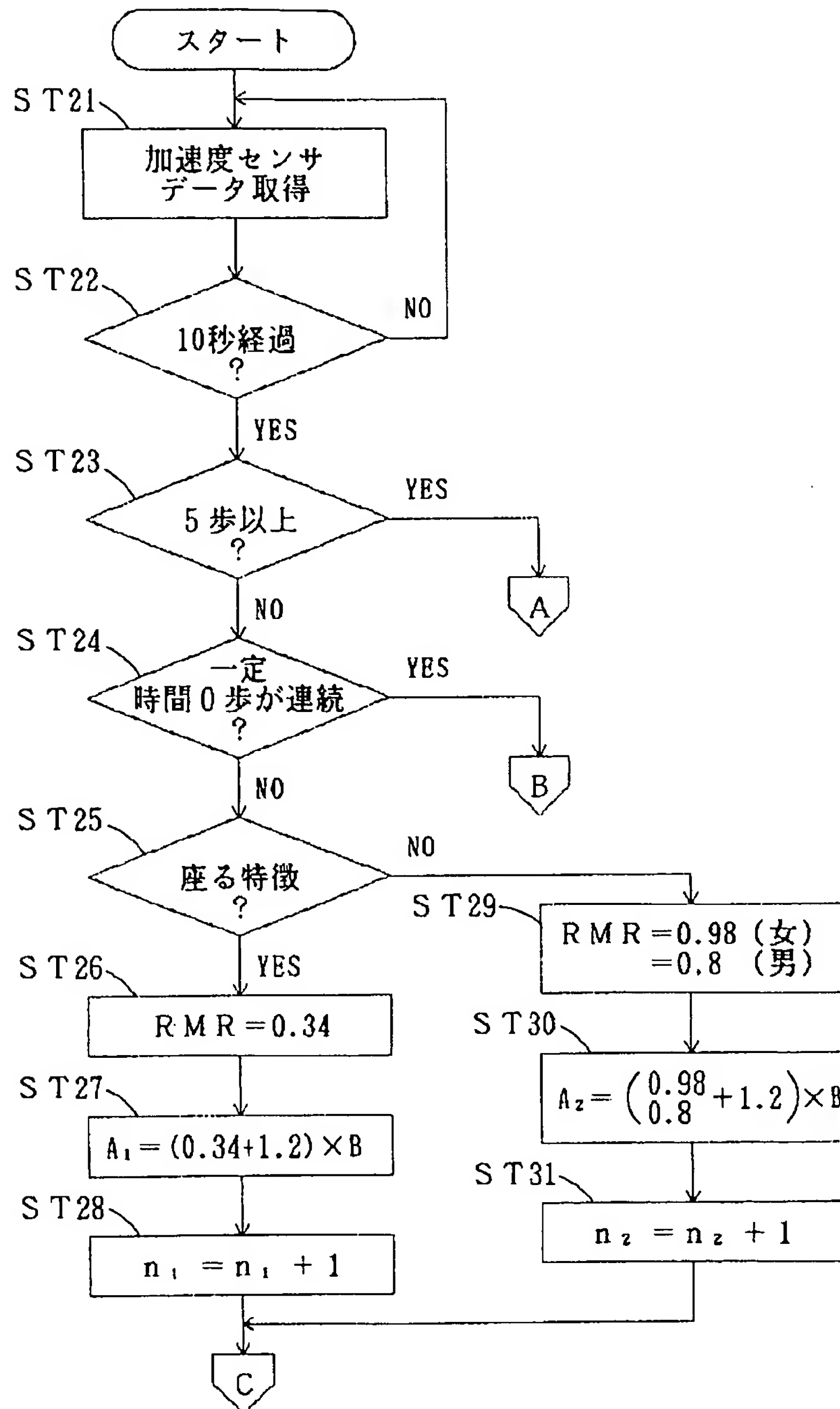
【図7】



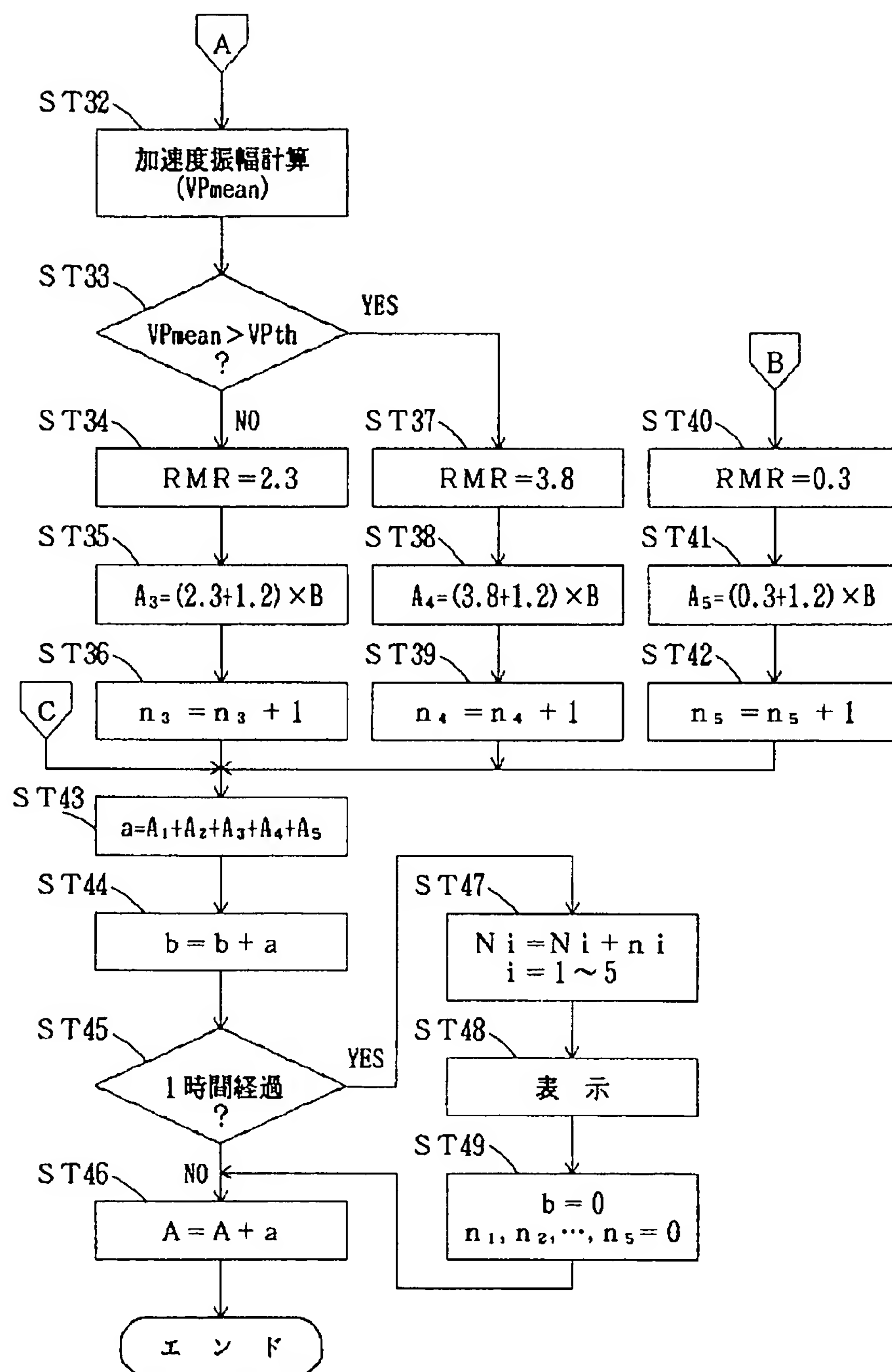
【図12】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 森田 和行
 京都市右京区山ノ内山ノ下町24番地 株式
 会社オムロンライフサイエンス研究所内